

02. 7. 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D: 26 AUG 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 7月 9日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-194390  
[ST. 10/C]: [JP2003-194390]

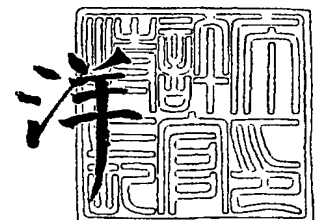
出 願 人  
Applicant(s): 株式会社ブリヂストン

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 P242073

【提出日】 平成15年 7月 9日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01F 1/00  
C08L 23/22

【発明の名称】 ゴム磁石シートおよびゴム磁石シートの製造方法

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3 - 1 - 1 株式会社 ブリヂス  
トン 技術センター内

【氏名】 相澤 聡

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3 - 1 - 1 株式会社 ブリヂス  
トン 技術センター内

【氏名】 菊池 正美

【特許出願人】

【識別番号】 000005278

【氏名又は名称】 株式会社 ブリヂストン

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712186

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ゴム磁石シートおよびゴム磁石シートの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ブチルゴム及びシリコンゴムよりなる群から選択された少なくとも一種のゴム成分からなるマトリックスと、該マトリックス中に分散された磁気異方性磁性体粉とからなるゴム磁石シートにおいて、

表裏両面で互いに異なる極性の磁極を具え、

D I N-3 規格に準拠した引張試験において、引張速度 1 0 0 mm/分での破断伸度が 1 0 % 以上であり、

厚さ 0. 5 mm、幅 2 0 mm、内径 2 0 mm の筒状サンプルを 2 回/秒の頻度でこのサンプルの径方向に 1 0 mm のストロークで圧環する圧環条件で、このサンプルを圧環したときの破壊に至るまでの圧環回数が 1 0 0 0 0 回以上であり、

表裏両面の縦横がそれぞれが 1 7 mm で厚さが 1. 3 mm の平板サンプルシートにおける、表裏いずれかの面の中心から 2 0 mm 離れた位置におけるこの面に直角の方向の磁束密度が 2 m T 以上であるゴム磁石シート。

【請求項 2】 前記平板サンプルシートを常温下で地磁気以上の大きさの磁気が周囲に存在しない環境下に 2 4 時間放置した後の前記磁束密度の低下が、放置前に比べ 0. 1 % 以下である請求項 1 に記載のゴム磁石シート。

【請求項 3】 前記圧環条件で、1 0 0 0 0 回圧環した後の筒状サンプルの磁束密度の低下が、圧環前に比べ 0. 1 % 以下である請求項 1 もしくは 2 に記載のゴム磁石シート。

【請求項 4】 表面の J I S S 6 0 5 0 硬度が 5 0 ～ 9 0 度であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のゴム磁石シート。

【請求項 5】 前記磁性粉の含有量が 5 0 ～ 7 5 体積% である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のゴム磁石シート。

【請求項 6】 前記ゴム成分がブチルゴムであって、該ブチルゴムの不飽和度が 0. 3 % 以上で、ムーニー粘度 M L 1 + 4 ( 1 0 0 ℃ ) が 6 0 以下である請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のゴム磁石シート。

【請求項 7】 前記ブチルゴムがハロゲン化ブチルゴムを含む請求項 1 ～ 6 のい

ずれかに記載のゴム磁石シート。

【請求項 8】 前記ゴム成分がシリコンゴムであって、該シリコンゴムが、熱加硫型シリコンゴム又は常温硬化型 R T V であることである請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のゴム磁石シート。

【請求項 9】 前記磁性粉は、レーザー回折式粒度分布計で測定した 50 % 径が 75  $\mu$  m 以下である請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載のゴム磁石シート。

【請求項 10】 前記磁性粉がシランカップリング剤で表面処理されている請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載のゴム磁石シート。

【請求項 11】 前記磁性粉が表面酸化防止剤で表面処理されている請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載のゴム磁石シート。

【請求項 12】 請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載のゴム磁石シートを製造する製造方法であって、

前記マトリックス中に前記磁性体粉を分散させたコンパウンドをシート状に成形する未加硫シート成形工程、未加硫シートをそのコンパウンドが軟化する温度まで昇温する昇温工程、未加硫シートに厚さ方向に磁場を印加する磁場印加工工程、未加硫シートを高温に維持し磁場を印加したまま厚さ方向と直交する少なくとも一方向に圧縮力を作用させる圧縮工程、圧縮力を作用させたまま未加硫シートを冷却する冷却工程、冷却された未加硫シートに作用させる圧縮力を除去する圧力除去工程、未加硫シートを脱磁する脱磁工程、未加硫シートを加硫する加硫工程、および、加硫済シートを着磁する着磁工程を、この順に経てゴム磁石シートを形成するゴム磁石シートの製造方法。

【請求項 13】 前記昇温工程から圧力除去工程までの工程を、未加硫シートを金型内に配置して行い、圧縮工程を行うに際し、圧縮方向に変位可能に設けられた金型可動部で未加硫シートを圧縮する請求項 12 に記載のゴム磁石シートの製造方法。

【請求項 14】 未加硫シートの厚さ方向に印加した磁場を、冷却工程もしくは圧力除去工程中に除去する請求項 12 もしくは 13 に記載のゴム磁石シートの製造方法。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、ゴム磁石シート、特に、タイヤ等に貼り付けられ断続的な曲げ応力や引張応力を受けても破断したり破壊されたりすることがなく、しかも高い磁力を有するとともに長期にわたってこの磁力を維持するとともにきるゴム磁石シートおよびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

現在、タイヤの高機能化のために、タイヤトレッド部の裏側（内面）等に磁石を貼り付け、その磁界の変化をモニターすることによりタイヤに作用する力や温度等の特性の変化を知り運転時の安全向上や操縦の高度化に資する技術が検討されている。そして、タイヤには使用に際し断続的に曲げ応力や引張応力が加わるため、既存の焼結磁石やシート状プラスチック磁石をタイヤに貼付した場合、これらの磁石が次第に割れたり剥がれたりして脱落してしまう問題があり、そのため、タイヤに貼付する磁石は可撓性を有する必要がある。

## 【0003】

従来、可撓性を有するゴム磁石としては、スチレン・ブタジエン共重合体ゴム（SBR）やアクリルゴム等をマトリックスとし、磁性粉をこのマトリックス中に分散させた硬質ゴム磁石シートがある。しかしながら、この硬質ゴム磁石シートは、磁界の変化をモニターするのに十分な磁力を得るために、硬質ゴム磁石シート中の磁性粉の含有率を50体積%以上にすると、硬質ゴム磁石シートの表面硬度は高いものの脆くなるため、断続的に曲げ応力や引張応力が加わると、割れる等して元の形状を維持できないという問題がある。また、この硬質ゴム磁石シートは、時間の経過や繰り返し応力を加えることにより、磁化した磁性粉同士の斥力によってマトリックス内で磁性粉が移動して磁力が低下するという問題もあった。

## 【0004】

一方、タイヤ本来の性能を損なわないためには、タイヤに貼り付けられるゴム磁石は軽いほど好ましいが、これを軽量にすると磁力が低下し、この磁石からの

磁力変化を捉えることが難しくなるという問題があり、これに対処するため、タイヤの内面に貼り付けるゴム磁石シートの磁極を表裏で極性の異なるものし、タイヤのトレッド部に配設されたスチールコードよりなるベルトを磁路として機能させることにより強い磁界を形成する方法が検討されている。この方法について図3に基づいて説明する。

#### 【0005】

図3 (a) は、スチールコードよりなるスチールベルト23が配設されたトレッド部22の内周面22aに貼り付けられたゴム磁石シート21から放射される磁力線の分布を示す模式図であり、表裏それぞれの面に形成されたN極、S極から放射される磁力線の形は、もしスチールベルト23がなければ図の破線で示すように、磁石面を対称面とする面对称に形成させる。しかし、実際には、磁石シート21が貼り付けられた内周面22aのすぐ近くにはスチールベルト23が配設されているので、トレッド部22の内部を通る磁力線は透磁率の高いスチールコード内を通り、その結果、磁力線は、タイヤの内周面22aの磁石21の周辺領域にS極が形成されたのと同様な分布をなす。そして、その磁界の強度は、例えば、N極の面の中心の直上の点において、スチールベルト23がないときに対比して同等もしくはそれ以上のものとなる。

#### 【0006】

これに対比して、同じ面内に異なる極性の磁極を配置したゴム磁石シート21Aの磁力線分布の様子を、図3 (a) に対比する形で、図3 (b) に示す。ゴム磁石シート21Aは、スチールベルト23の存在しないトレッド部22の内周面22aに貼り付けられたときは、図3 (b) 中の破線で示すように、その表裏で対称となる磁力線分布を形成するが、トレッド部22がスチールベルト23を有するものである場合には、磁力線のほとんどはスチールコードの中を通過しタイヤの外部に分布される磁力線は減じられてしまう。

#### 【0007】

このように、スチールコードよりなるベルト23を具えるタイヤに貼り付けられるゴム磁石シートは、これを表裏の両面で異なる極性の磁極を具えさせることによりタイヤの内部に強い磁界を生起させることができる。しかしながら、この

ような磁極配置にしても、磁石は軽量にすればするほど磁界は減じるので、この磁石の体積当たり、あるいは重さ当たりの磁力を強くすることが次なる大きな課題となっている。

【0008】

【特許文献1】

特開2002-88207号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、上記従来技術の問題を解決し、断続的な曲げ応力や引張応力を受けても破断したり破壊されたりすることがなく、長期間にわたって安定した磁力を保持するとともに、軽量にして強い磁力を具えることのできるゴム磁石シートを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明はなされたものであり、その要旨構成ならびに作用を以下に示す。

【0011】

請求項1に記載のゴム磁石シートは、ブチルゴム及びシリコンゴムよりなる群から選択された少なくとも一種のゴム成分からなるマトリックスと、該マトリックス中に分散された磁気異方性磁性体粉とからなるゴム磁石シートにおいて、

表裏両面で互いに異なる極性の磁極を具え、

DIN-3規格に準拠した引張試験において、引張速度100mm/分での破断伸度が10%以上であり、

厚さ0.5mm、幅20mm、内径20mmの筒状サンプルを2回/秒の頻度でこのサンプルの径方向に10mmのストロークで圧環する圧環条件で、このサンプルを圧環したときの破壊に至るまでの圧環回数が10000回以上であり、

表裏両面の縦横がそれぞれが17mmで厚さが1.3mmの平板サンプルシートにおける、表裏いずれかの面の中心から20mm離れた位置におけるこの面に



直角の方向の磁束密度が 2 m T 以上であるものである。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 に記載のゴム磁石シートは、請求項 1 に記載するところにおいて、前記平板サンプルシートを常温下で地磁気以上の大きさの磁気が周囲に存在しない環境下に 2 4 時間放置した後の前記磁束密度の低下が、放置前に比べ 0 . 1 % 以下であるものである。

【 0 0 1 3 】

請求項 3 に記載のゴム磁石シートは、請求項 1 もしくは 2 に記載するところにおいて、前記圧環条件で、1 0 0 0 0 回圧環した後の筒状サンプルの磁束密度の低下が、圧環前に比べ 0 . 1 % 以下であるものである。

【 0 0 1 4 】

請求項 4 に記載のゴム磁石シートは、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載するところにおいて、表面の J I S S 6 0 5 0 硬度が 5 0 ～ 9 0 度であるものである。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 に記載のゴム磁石シートは、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載するところにおいて、前記磁性粉の含有量が 5 0 ～ 7 5 体積 % であるものである。

【 0 0 1 6 】

請求項 6 に記載のゴム磁石シートは、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載するところにおいて、前記ゴム成分がブチルゴムであって、該ブチルゴムの不飽和度が 0 . 3 % 以上で、ムーニー粘度 M L 1 + 4 ( 1 0 0 ℃ ) が 6 0 以下であるものである。

【 0 0 1 7 】

請求項 7 に記載のゴム磁石シートは、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載するところにおいて、前記ブチルゴムがハロゲン化ブチルゴムを含むものである。

【 0 0 1 8 】

請求項 8 に記載のゴム磁石シートは、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載するところにおいて、前記ゴム成分がシリコンゴムであって、該シリコンゴムが、熱加硫型シリコンゴム又は常温硬化型 R T V であることであるものである。

## 【0019】

請求項9に記載のゴム磁石シートは、請求項1～8のいずれかに記載するところにおいて、前記磁性粉は、レーザー回折式粒度分布計で測定した50%径が75 $\mu$ m以下であるものである。

## 【0020】

請求項10に記載のゴム磁石シートは、請求項1～9のいずれかに記載するところにおいて、前記磁性粉がシランカップリング剤で表面処理されているものである。

## 【0021】

請求項11に記載のゴム磁石シートは、請求項1～10のいずれかに記載するところにおいて、前記磁性粉が表面酸化防止剤で表面処理されているものである。

## 【0022】

請求項12に記載のゴム磁石シートの製造方法は、請求項1～11のいずれかに記載のゴム磁石シートを製造する製造方法であって、

前記マトリックス中に前記磁性体粉を分散させたコンパウンドをシート状に成形された未加硫シートをこのコンパウンドが軟化する温度まで昇温する昇温工程、未加硫シートに厚さ方向に磁場を印加する磁場印加工程、未加硫シートを高温に維持し磁場を印加したまま厚さ方向と直交する少なくとも一方向に圧縮力を作用させる圧縮工程、圧縮力を作用させたまま未加硫シートを冷却する冷却工程、冷却された未加硫シートに作用させる圧縮力を除去する圧力除去工程、未加硫シートを脱磁する脱磁工程、未加硫シートを加硫する加硫工程、および、加硫済シートを着磁する着磁工程を、この順に経てゴム磁石シートを形成するものである。

## 【0023】

請求項13に記載のゴム磁石シートの製造方法は、請求項12に記載するところにおいて、前記昇温工程から圧力除去工程までの工程を、未加硫シートを金型内に配置して行い、圧縮工程を行うに際し、圧縮方向に変位可能に設けられた金型可動部で未加硫シートを圧縮するものである。

## 【0024】

請求項14に記載のゴム磁石シートの製造方法は、請求項12もしくは13に記載するところにおいて、未加硫シートの厚さ方向に印加した磁場を、冷却工程もしくは圧力除去工程中に除去するものである。

## 【0025】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る実施形態を詳細に説明する。この実施形態のゴム磁石シートは、ブチルゴム及びシリコンゴムよりなる群から選択された少なくとも一種のゴム成分からなるマトリックスと、このマトリックス中に分散された磁気異方性磁性体粉、例えば、希土類合金よりなる磁性体粉とからなる。

## 【0026】

本実施形態のゴム磁石シートは、ゴム磁石シートのマトリックスとして今まで単体で用いられることのなかった上記特定のゴム成分を用いるため、断続的な曲げ応力や引張応力を受けても破断したり破壊されたりすることがなく、長期間に渡って磁力が安定しており、また、時間の経過や繰り返しの応力付加に伴い、磁化した磁性粉同士の斥力によりマトリックス内で磁性粉が移動することがないので、磁力が低下することがない。

## 【0027】

このゴム磁石シートに用いるゴム成分は、ブチルゴム及びシリコンゴムの少なくとも一種である。これらゴム成分は、断続的な曲げ応力や引張応力を受けても、応力を除くことで元の形状に戻ることができる。

## 【0028】

ゴム磁石シートのゴム成分としてブチルゴムを使用する場合、このブチルゴムは、不飽和度が0.3%以下で、ムーニー粘度 $ML_{1+4}(100^{\circ}C)$ が60以下であるのが好ましい。ブチルゴムの不飽和度が0.3%未満では、架橋点を十分に確保できない。また、ブチルゴムのムーニー粘度 $ML_{1+4}(100^{\circ}C)$ が60を超えると、柔軟性が低すぎ、磁性粉と混練する際の加工性が悪くなる。このブチルゴムはハロゲン化ブチルゴムを含んでもよく、ハロゲン化ブチルゴムとしては、臭素化ブチルゴム、塩素化ブチルゴムが挙げられる。

**【0029】**

また、本実施形態のゴム磁石シートのゴム成分としてシリコンゴムを使用する場合、シリコンゴムは、常温あるいは加温状態での混練時に低粘度となり、硬化後は高強度となる熱加硫型シリコンゴム、常温硬化2液型RTV等が好ましい。ここで常温硬化型RTVは、信越化学工業(株)から市販されているシリコンゴムである。

**【0030】**

本実施形態のゴム磁石シートに用いる磁性粉は、従来の硬質複合シートに用いられる磁性粉と同じであり、具体的には、希土類磁性体粉等の磁気異方性磁性体粉である。ここで、希土類磁性体としては、NdFeB、SmFeN等が挙げられる。なお、磁気異方性を発現するものは、形状に関係なく、結晶の構造により磁気異方性を発現するものであり、大きな保磁力を有することで磁石となり得る。これら磁性粉はいずれも硬質磁性体である。

**【0031】**

ゴム磁石シートととして必要な磁力を得るのに十分な磁性粉含有量を確保しつつ、十分な柔軟性を確保するには、磁性粉の粒径が大きすぎないことが必要である。そのため、上記磁性粉は、レーザー回折式粒度分布計で測定した50%径が75 $\mu$ m以下であるのが好ましい。磁性粉の50%径が75 $\mu$ mを超えると、磁性粉含有量を十分に確保した場合、磁性粉がマトリックス中に入り込まず、シート強度が低下する。

**【0032】**

また、上記磁性粉は、シランカップリング剤で表面処理されているのが好ましい。磁性粉の表面をシランカップリング剤で表面処理することにより、マトリックス中で磁性粉が固定されるので、磁力の変動を抑制でき、また、ゴム磁石シート自体の強度を向上させることができる。ここで、シランカップリング剤としては、例えばスルフィド系シランカップリング剤である信越化学工業KBE-846が挙げられる。

**【0033】**

さらに、上記磁性粉は、表面酸化防止剤で表面処理されているのが好ましい。

磁性粉の表面には、薄い酸化物層が存在するが、磁性粉の表面を表面酸化防止剤で表面処理することにより、この磁性粉の表面酸化の進行に起因する不可逆的な磁力の劣化を抑制することができる。ここで、表面酸化防止剤としては、オルトリン酸が挙げられる。

#### 【0034】

本実施形態のゴム磁石シートは、このゴム磁石シート中の磁性粉の含有量が50～75体積%であるのが好ましい。磁性粉の含有量が50体積%未満では、磁界の変化をモニターするのに磁力が不十分であり、一方、ゴム磁石シート中の磁性粉の含有量が75体積%を超えると、磁性粉を固定するのに十分なマトリックスが確保出来ず、隣接する磁性粉同士が接着せずに存在する部分が生じるため、全体としてのシート強度が低下する。

#### 【0035】

本発明のゴム磁石シートは、DIN 3規格に準拠した引張試験において、引張速度100mm/分での破断伸度が10%以上である。そのため、本発明のゴム磁石シートは、断続的に引張応力が加わっても破断しにくい。

#### 【0036】

また、本発明のゴム磁石シートよりなる厚さ0.5mm以上、幅2mm、内径20mmの筒状体を、2回/秒の頻度で該筒状体の径方向に10mmのストロークで圧環する圧環条件で圧環した場合、この筒状体の破壊に至るまでの圧環回数は10000回以上である。そのため、本発明のゴム磁石シートは、断続的に曲げ応力が加わっても破壊されにくい。

#### 【0037】

更に、このゴム磁石シートは、表面のJIS S 6050硬度が50～90度である。JIS S 6050で規定されるシート表面の硬度が50度未満では、断続的に曲げ応力や引張応力が加わった際に形状を維持するのが難しく、90度を超えると、シートの柔軟性を維持するのが難しくなる。

#### 【0038】

本発明のゴム磁石シートは、表裏面の縦横がそれぞれが17mmで厚さが1.3mmの平板サンプルシートにおける、表裏いずれかの面の中心から20mm離

れた位置におけるこの面に直角の方向の磁束密度が2 mT以上である。磁束密度が2 mT未満の場合、磁界の変化をモニターするのに磁力が不十分である。この磁束密度が2.2 mT以上である場合には、同様の理由により、さらに好ましい。また、このゴム磁石シートは、常温下、地磁気以上の大きさの磁気が周囲に存在しない環境下に24時間放置した場合の上記磁束密度の低下が放置前に比べ0.1%以下である。磁束密度の低下が0.1%を超えると、本来モニターすべき磁界の変化に、磁石そのものの磁力の変化が付加されて、捉えるべき情報の精度が著しく低下する。これは、断続的な曲げ応力が加わることによる磁束密度の低下が生じた場合でも、同様である。

#### 【0039】

更に、このゴム磁石シートは、前記の圧環条件で10000回圧環した後の磁束密度の低下が、圧環前に比べ0.1%以下である。この圧環条件で10000回圧環した際の磁束密度の低下が0.1%を超えると、タイヤのように断続的に曲げ応力が加わる物品へ貼付した場合、物品の使用に伴う磁力の劣化が大きすぎ、実用に供し得ない。

#### 【0040】

このゴム磁石シートには、カーボンブラック等の補強剤、アロマオイル等の軟化剤、亜鉛華、ステアリン酸、老化防止剤、加硫促進剤及び硫黄等のゴム業界で通常用いられる配合剤を適宜配合することができる。

#### 【0041】

次に、このゴム磁石シートの製造方法について説明する。この製造方法は、前述のゴム成分と磁性粉とを例えば、ニーダーやブレンダーを用いて磁性粉入りコンパウンドに混練する混練工程、このコンパウンドを、例えば押出機を用いて押出し、あるいは、カレンダーを用いて圧延して、所定断面の連続シートを形成し、次いでこれを定長裁断して所定の大きさの未加硫シートを成形する未加硫シート成形工程、未加硫シートをそのコンパウンドが軟化する温度まで昇温する昇温工程、未加硫シートに厚さ方向に磁場を印加する磁場印加工程、未加硫シートを高温に維持し磁場を印加したまま厚さ方向と直交する少なくとも一方向に圧縮力を作用させる圧縮工程、圧縮力を作用させたまま未加硫シートを冷却する冷却

工程、冷却された未加硫シートに作用させる圧縮力を除去する圧力除去工程、未加硫シートを脱磁する脱磁工程、未加硫シートを加硫する加硫工程、および、加硫済シートを着磁する着磁工程を具え、これらの工程をこの順に経ることによりゴム磁石シートを形成することができる。

#### 【0042】

図1は、昇温工程から圧力除去工程までのプロセスを説明するための、磁場配向用金型とその中に配置された未加硫ゴムシートを示す略線断面図であり、図2は、未加硫ゴムシート内の磁性粉の配向状態を模式化して示す模式図である。図1(a)は、未加硫シート1を配置する前の磁場配向用金型10の状態を示すが、磁場配向用金型10は、未加硫シート1に表裏両面から熱を加えるためのヒータを内蔵した上型2a、下型2b、固定側面型3、可動側面型4、可動側面型4を下型2bの上面に沿って変位させるシリンダ5、および、未加硫シート1の厚さ方向に磁場を印加する電磁石6a、6bを具える。上型2bおよび上側の電磁石6bは、一体となって上下に変位することができ、図1(a)に示す状態においては、上方側に位置されている。

#### 【0043】

図1(b)は、未加硫シート1を型内に配置したあと、上型2bおよび上側電磁石6bを下降させて磁場配向用金型10を閉止した状態を示し、この閉止状態で、まず、上型2a、下型2bに設けられたヒータにより、未加硫シート1を、このコンパウンドが軟化する温度、例えばマトリックスがブチルゴムの場合は120℃程度、にまで加熱し、次いで、電磁石6a、6bに電流を流し、未加硫シート1にその厚さ方向に磁場を印加し、この磁場印加状態を所定時間、例えば120分保持する。

#### 【0044】

図2(a)は、磁場を印加する前の未加硫シート1の状態を示し、この状態においてはそれぞれの磁性粉7はランダムな方向を向き未加硫シート1全体としての磁力はゼロであるが、図2(b)に示すように、コンパウンドの軟化点以上の温度下で磁場を加えると、それぞれの磁性粉7は、容易に向きを変えることができるので、磁場を印加した方向にそれぞれの磁極の向きMを揃えるように回転し

、その結果、未加硫シート 1 の表裏両面に互いに反対の極性の磁極が形成される。

#### 【0045】

しかし、この状態のまま冷却して磁場を取り去ると、隣接する磁性粉同士が反発し合っでそれぞれの磁性粉の磁極の向きは再びランダム化してしまう。そこで、本実施形態の製造方法においては、磁場を取り去る前に、磁場の方向と直交する方向に、未加硫シート 1 を圧縮するものであり、図 1 (c) はこの状態の未加硫シート 1 および磁場配向用金型 10 を示す図であり、軟化点以上の高温下で磁場を印加したまま、シリンダ 5 を用いて可動側面型 4 を金型中央側に押して、未加硫シート 1 をその厚さ方向と直交する方向に圧縮する。そして、この状態を保持しながら常温まで冷却する。図 2 (c) はこの状態の未加硫シート 1 を示すが、この状態においては、それぞれの磁性粉は、磁極の向きの方向と直交する方向に圧縮され、ランダムになろうとする動きを拘束されてしまう。このことにより、未加硫シート 1 の磁性粉 7 は磁場を取り去っても配向を崩すことは少なく、このまま冷却することにより、配向状態を保持することができる。

#### 【0046】

なお、圧縮力の作用下で未加硫シート 1 を冷却する際、磁場を印加したまま冷却することにより、より確実に配向を保持できるが、圧縮力だけでも配向を保持することは可能であり、状況によっては、冷却前に磁場の印加を終了することができる。また、磁場を印加する前に圧縮力を加えると、磁場による配向が不完全になり好ましくない。一方、磁場を印加し始めるタイミングは、温度が軟化点より低い温度の状態から開始してもよく、さらに、未加硫シート 1 を昇温するタイミングとして、未加硫シート 1 は金型に配置する前に予熱しておいてもよい。

#### 【0047】

圧縮力の作用下で未加硫シート 1 の冷却が完了した後、図 1 (d) に示すように、シリンダ 5 を操作して可動側面型 4 を外側に移動させるとともに、上型 2 a を上昇させて磁場配向用金型 10 を開放し、未加硫シート 1 を金型 10 から取り出す。

#### 【0048】



この後、未加硫シート1を加硫するが、加硫に際しては未加硫シート1の温度を上昇させることになり、その時せっかく配向させた磁性粉の向きがそれぞれの反発力でランダム化するので、これを防止するため、未加硫シート1を加硫する前にこれを脱磁する処理を行う。これが脱磁工程である。脱磁に際しては、これに交流磁界を加えながらその磁界の大きさを徐々に減衰させて最後はほぼゼロとする公知の方法により行うことができる。

#### 【0049】

また、加硫工程では、加硫金型を用いて行うこともできるが、単にこれを加熱するオープン加硫によってもよい。加硫の完了後、加硫済シートにパルス磁界をかけで着磁するが、未加硫シート1の磁性粉7はすでに磁気配向されているので、高い磁力を得ることができる。

#### 【0050】

以上に説明した、昇温工程から着磁工程までの一連の工程を経ることによって、はじめて、磁性粉を、高い割合で同方向に配列させることができ、このことにより極めて高い磁力のゴム磁石シートを得ることができる。

#### 【0051】

##### 【実施例】

以下に、実施例を挙げて本発明を更に詳しく説明するが、本発明は下記の実施例に何ら限定されるものではない。

#### 【0052】

表1に示す配合よりなるゴム磁石シートを作製し、下記に示す方法で引張試験、圧環試験及び磁束密度測定を実施した。なお、使用したゴム成分のムーニー粘度 $ML_{1+4}$  (100℃)は、JIS K 6300 2:2001に準拠して測定し、ゴム磁石シート表面硬度は、JIS S 6050に準拠して測定した。結果を表1に示す。

#### 【0053】

##### (1) 引張試験

DIN-3規格に準拠した引張試験において、引張速度100mm/分での破断伸度を測定した。

## 【0054】

## (2) 圧環試験

試作したゴム磁石シートを用い、厚さ1mm、幅20mmで、内径20mmの筒状体を作製し、2回/秒の頻度で該筒状体の径方向に10mmのストロークで圧環し、破壊に至るまでの圧環回数を測定した。

## 【0055】

## (3) 磁束密度測定

17mm×17mm×1.3mmの大きさのゴム磁石シートを試作し、前述の製造方法にしたがって磁化した。この磁化したシートの17mm×17mmの広さの面の中心から鉛直に20mmの地点における該面に対し鉛直方向の磁束密度を測定した。また、常温下、地磁気以上の大きさの磁気が周囲に存在しない環境下に24時間放置した後の磁束密度も測定した。更に、上記の圧環条件で10000回圧環したゴム磁石シートを用いて17mm×17mm×1.3mmの大きさのゴム磁石シートを試作し、上記と同様にして磁束密度を測定した。

## 【0056】

【表 1】

		従来例	実施例1	実施例2
ゴム成分	ゴム成分の種類	アクリルゴム *1	ブチルゴム *2	シリコンゴム *3
	配合量(体積%)	39.6	28.6	40
	不飽和度(%)	—	0.3	—
	ムーニー粘度ML <sub>1+4</sub> (100℃)	35	45	—
磁性粉	磁性粉の種類	NdFeB粉 *4	NdFeB粉 *4	NdFeB粉 *4
	配合量(体積%)	60	60	60
	50%径(μm)	35	35	35
スチートオイル(体積%)		—	10.6	—
亜鉛華(体積%)		—	0.2	—
ステアリン酸(体積%)		—	0.2	—
架橋剤(体積%) *5		0.4	—	—
硫黄(体積%)		—	0.3	—
シランカップリング剤(体積%) *6		—	0.1	—
ゴム複合シートの厚さ(mm)		1.3	1.3	1.3
ゴム複合シート表面の硬度(度)		95	80	70
破断伸度(%)		3	32	25
破壊に至るまでの圧環回数(回)		1	10000回以上	10000回以上
初期磁束密度(mT)		2.12	2.73	2.60
24時間放置後の磁束密度(mT)		2.11	2.72	2.60
10000回圧環後の磁束密度(mT)		—	2.72	2.59

\*1 日本ゼオン製 Nipol AR71L

\*2 JSR製 Butyl065

\*3 Wacker Silicone製 M4601A, B(2液型)

\*4 愛知製鋼製 MFP-12

\*5 大内新興化学工業製 ノケフ-BZ-P

\*6 信越化学工業製 KBE-846

## 【0057】

実施例1～2のゴム磁石シートは、従来例の硬質複合シートよりも破断に至るまでの伸度が大きく、且つ圧環により破壊に至るまでの回数も多い。また、実施例1～2のゴム磁石シートは、24時間放置後の磁束密度の低下及び圧環後の磁束密度の低下が充分小さく、また、磁力も大幅に高い物にすることができた。

## 【0058】

## 【発明の効果】

以上述べたところから明らかなように、本発明のゴム磁石シートによれば、断続的な曲げ応力や引張応力を受けても破断したり破壊されたりすることがなく、長期間にわたって安定した磁力のゴム磁石シートを提供することができ、しかも

、このゴム磁石シートは、高い磁力を担持するので、軽量の磁石で、磁界の変化をモニターするのに必要な強い磁界を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係るゴム磁石シートの製造方法において、昇温工程から圧力除去工程までのプロセスを説明するための、磁場配向用金型とその中に配置された未加硫ゴムシートを示す略線断面図である。

【図 2】 未加硫ゴムシート内の磁性粉の配向状態を模式化して示す模式図である。

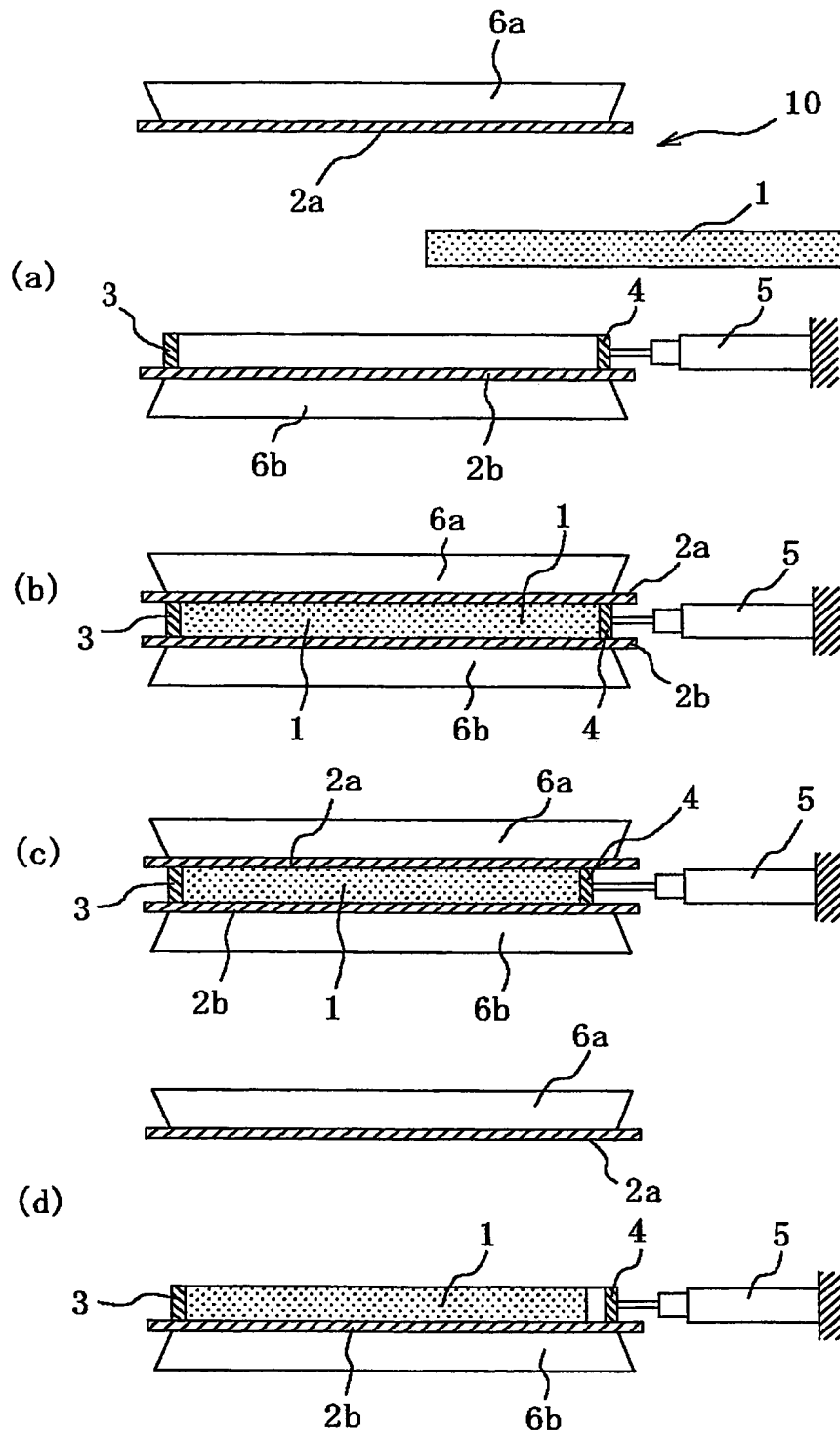
【図 3】 トレッド内側に貼り付けられたゴム磁石シートから放射される磁力線の分布を示す模式図である。

【符号の説明】

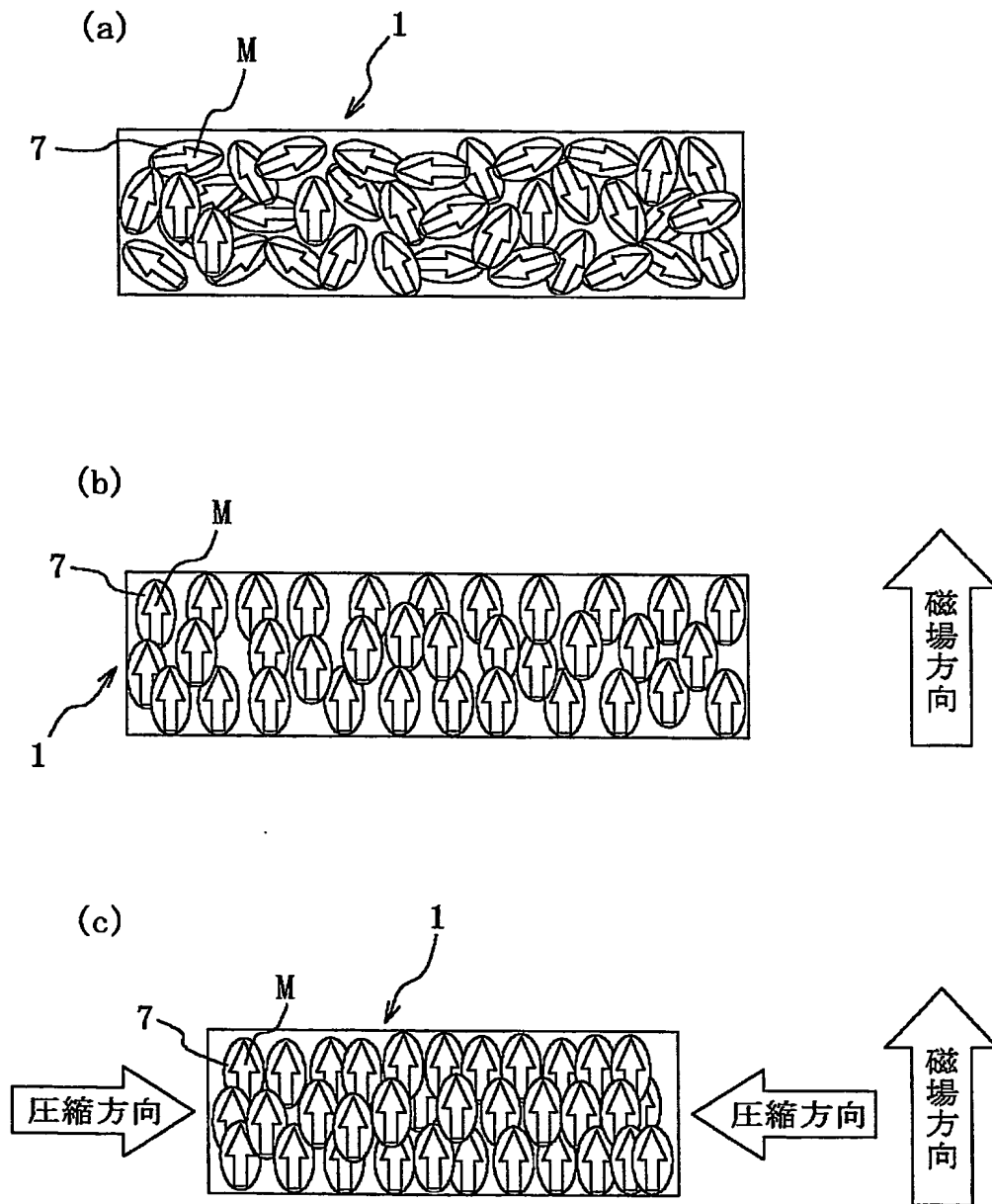
- 1 未加硫シート
- 2 a 上型
- 2 b 下型
- 3 固定側面型
- 4 可動側面型
- 5 シリンダ
- 6 a、6 b 電磁石
- 7 磁性粉
- 10 磁場配向用金型
- M 磁性粉の磁極の向き

【書類名】 図面

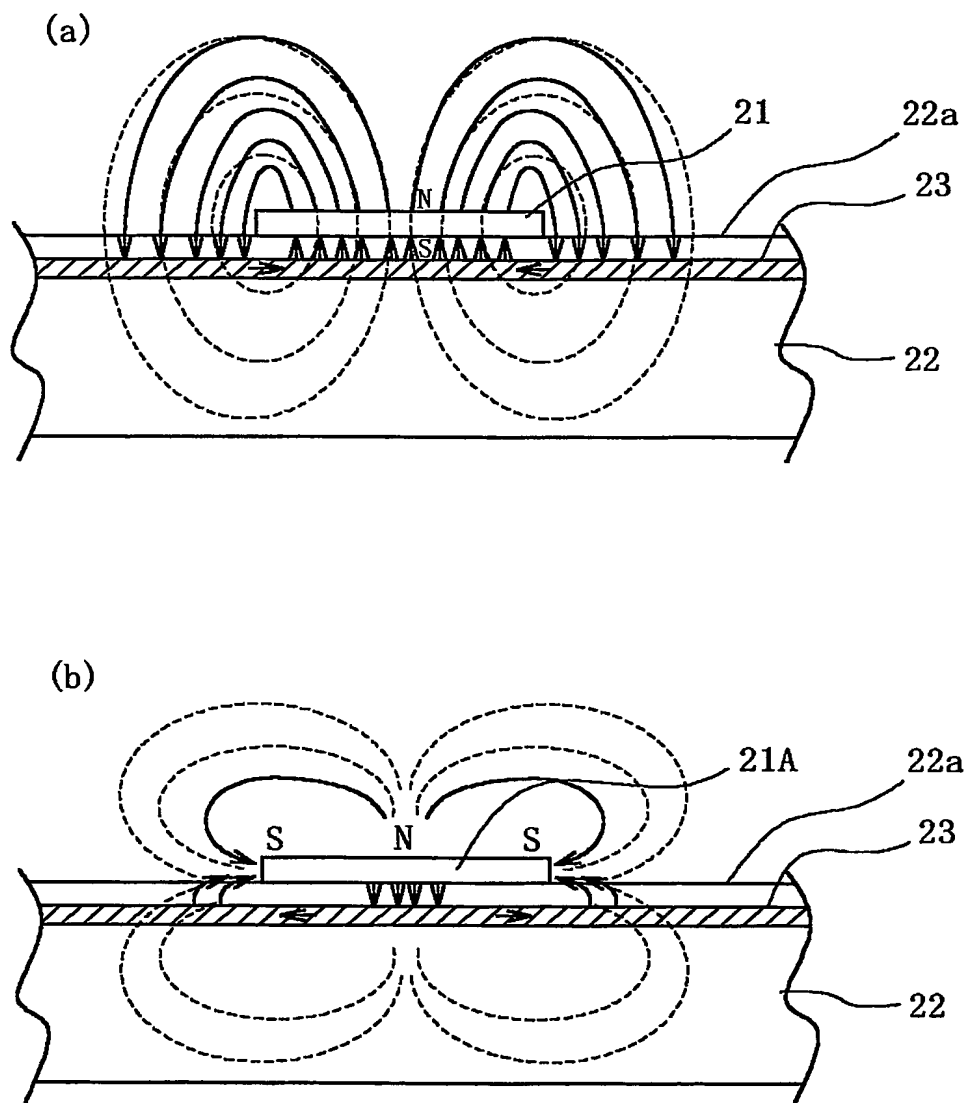
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 断続的な曲げ応力や引張応力を受けても破断したり破壊されたりすることがなく、軽量にして高い磁力を有し長期間に渡って磁力が安定したゴム磁石シートおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 プチルゴム及びシリコンゴムよりなる群から選択された少なくとも一種のゴム成分からなるマトリックスと、このマトリックス中に分散させた磁気異方性磁性粉とからなるゴム磁石シートを提供し、その製造に際しては、磁性粉を高温にて磁場配向させたあと、磁場方向と直交する方向にゴム磁石シートを圧縮したまま冷却する。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 3 - 1 9 4 3 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 . 0 0 5 2 7 8 ]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[ 変 更 理 由 ]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 中 央 区 京 橋 1 丁 目 1 0 番 1 号

氏 名

株 式 会 社 プ リ デ ス ト ン